

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 196 21 485 A 1

⑮ Int. Cl.:

F03 D 11/00

B 64 D 15/18

H 05 B 1/02

⑯ Anmelder:

Schulte, Franz Josef, 59939 Olsberg, DE

⑯ Erfinder:

Erfinder wird später benannt werden

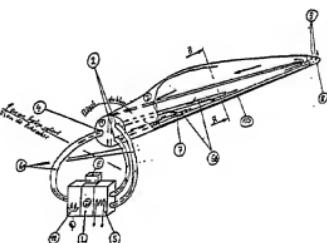
## ⑯ Rotorblettheizung für Windkraftanlagen

⑯ Bekannte Enteisungsverfahren weisen einen erheblichen Energieeinsatz auf. Die neue Erfindung soll die Rotorblätter von Windenergieanlagen mit geringstmöglichen Energieaufwand wirksam gegen Eisensetze schützen bzw. vom Eis befreien.

Eine Elektroheizung (5) erwärmt die im System befindliche Luft, die über Öffnungen (2) im Flansch des Rotorblätters in die Hohlräume derselben mittels Gebläse (1) eingebracht wird. Die warme Luft gibt einem Teil der Wärme im Rotorblatt ab und tritt aus einer oder mehreren Öffnungen (4) im Flansch wieder aus. Die rückgeführte Luft wird erneut erwärmt und dem Rotorblatt wieder zugeleitet.

Die erwärmte Luft wird über Schläuche, die such definierte Öffnungen aufweisen können, in den Rotorblättern geführt. Dadurch kann eine genauere Wärmeverteilung im Rotorblatt erreicht werden.

An den Blattspitzen (8), wie an den Rotorblattvorderkanten (10) werden gut wärmeleitende Materialien (11) in das Rotorblattmaterial (GFK, o. ä.) zur besseren Wärmeverteilung mit eingearbeitet.



DE 196 21 485 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingesetzten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.98 702 071/4

3/24

DE 196 21 485 A 1

## Beschreibung

Vorrichtungen zum Eisfreihalten und Enteisen von Flugzeug-, Hubschrauberflügeln und -rotorblättern sind bekannt aus der Luftfahrt. Hier werden Flügel entweder mit Chemikalien von außen besprührt oder von innen mit vorgewärmter Luft beheizt. Am Boden wird dabei Warmluft aus stationären Wärmequellen verwendet, während des Fluges wird Abwärme aus den Antrieben verwendet. Da die Flügel fest montiert sind, wird die Wärmequelle beliebig stationär positioniert. Der Energieaufwand ist allerdings erheblich.

Windenergieanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in andere Energieformen um. Über Generatoren geschieht dies vorwiegend in elektrischen Strom. Windkraftanlagen bestehen in ihren Hauptkomponenten aus einem senkrecht aufgestellten, zylindrischen, bzw. konischen Turm oder einem Gittermast auf dem eine Gondel drehbar gelagert ist. In der Gondel befinden sich die mechanischen/elektrischen Einrichtungen zur Stromerzeugung. An der Gondel wird der Antrieb (Rotor) der Windenergieanlage angebracht. Der Rotor besteht u. a. aus einem oder mehreren tropfenförmigen, strömungsgünstig ausgebildeten Rotorblättern (Flügeln), die sich um die Rotor-Längssachse drehen.

Der hohe Energieaufwand bei den bekannten Enteisungsverfahren ist bei Windenergieanlagen, die mit möglichst geringem eigenen Aufwand möglichst viel regenerative Energie erzielen sollen, von erheblichen Nachteil. Da sich die Rotorblätter von Windenergieanlagen um mindestens eine Achse drehen und auf 40–70 m hohen Mastes angeordnet sind, sind die von starren Flügeln bekannten Enteisungs-Systeme ebenfalls ungeeignet. Als Energiequelle kommt bei Windenergieanlagen vorwiegend der selbst erzeugte, bzw. der aus dem Netz bezogene Strom in Frage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung derart weiter zu bilden, daß die Rotorblätter von Windenergieanlagen mit geringstmöglicher Energieaufwand wirksam und gleichmäßig über die gesamte Rotorblattoberfläche gegen Eisansatz geschützt, bzw. vom Eis befreit werden.

Dieses Problem wird durch die im Patentsanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Im Rotorkopf ist die hier beschriebene Warmluft-Flügelheizung eingebaut. Sie ist geeignet, mit geringem Energieaufwand die Vereisung von Flügeln zu vermeiden, bzw. vereiste Flügel im Stillstand (Windstille) als auch im bewegten Zustand (Betrieb) über die gesamte Oberfläche wirksam von Eis zu befreien.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß zur Energieeinsparung die im folgenden beschriebene Vorrichtung angewendet wird: Eine Elektroheizung erwärmt die im System Rotorblatt-Heizer befindliche Luft, die über Öffnungen in Flanschen in die Hohlräume der Rotorblätter von Windenergieanlagen mittels Gebläse umgewälzt wird. Die kreisförmige Öffnung im Flansch der Rotorblätter wird sinnvollerweise mit einer Scheibe geschlossen. In der Scheibe befinden sich Ein- und Austrittsöffnungen mit Anschlußstutzen für die Warmluft. Die warme Luft gibt einen Teil der Wärme im Rotorblatt ab und tritt aus einer oder mehreren Öffnungen im Flansch wieder aus. Die rückgeführte Luft wird erneut erwärmt und dem Rotorblatt wieder zugeleitet.

Temperatursensoren an Ein- und Austrittsöffnungen sowie im Rotorblatt überwachen die Temperaturerhöhung und schalten die Heizung zum geeigneten Zeit-

punkt wieder aus. Eine Überhitzung wird so vermieden. Auf diese Weise erwärmt sich die umgewälzte Luft ständig weiter, was zu erheblicher Energieeinsparung führt.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich nach den Unteransprüchen.

Bei Windkraftanlagen mit sog. Pitchregelung wird jeder Rotorblatt um die eigene Längssache bis zu 120 Grad gedreht. Zweckmäßigerverweise werden die Verbindungsschläuche zwischen Heizung und Rotorblattflansch entsprechend flexibel ausgelegt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht weiter darin, daß die erwärmte Luft über Schläuche in den Rotorblättern geführt wird. Dadurch kann eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Rotorblatt erreicht werden.

Noch genauer läßt sich diese Wärmeverteilung dadurch erreichen, daß der Luftschauch nach vorheriger Beschreibung mit definierten Öffnungen versehen wird und dadurch eine gleichmäßige, bzw. gezieltere Wärmeverteilung zuläßt.

Eine besondere Vereisungsgefahr besteht wegen der hohen Blattspitzengeschwindigkeiten an den Rotorblattspitzen sowie an den aus statischen Gründen stärker vortrefflichen Rotorblattvorderkanten. Vorteilhafterweise bringt man an den Blattspitzen dazu kleine Öffnungen an, die einerseits für eine Kondensat-Entwässerung des Rotorblattes, andererseits für eine ausreichende Versorgung mit warmer Luft an dieser Stelle sorgen. Ohne diese Öffnungen bildet sich hier ein kalter Luftstau, der die Rotorblattspitze vereisen läßt. Die an den Blattspitzen entweichende Luft wird im Ansaugbereich des Heizregisters über definierte Öffnungen neu angesaugt.

Zusätzlich lassen sich an den Blattspitzen, wie an den Rotorblattvorderkanten gut wärmeleitende Materialien in das Rotorblattmaterial (GFK, o. ä.) mit einarbeiten. Dieses leitende Material läßt sich unter Umständen gleichzeitig als Blitzschutzelement mit verwenden.

Die Wirksamkeit der oben beschriebenen Vorrichtung läßt sich durch die Entfeuchtung der zirkulierenden Luft weiter steigern. Durch die Entfeuchtung vermeidet man außerdem die Entwicklung von Schwitzwasser im Rotorblatt (warme Luft nimmt mehr Feuchtigkeit auf und gibt sie an kalten Stellen ab). Feuchtigkeit im Rotorblatt könnte zu erneutem Eisansatz im Rotorblatt führen. Über dadurch entstehende Unwuchten kommt die gesamte Anlage dann zum Stillstand und kann bis zum Abtauen keine elektrische Energie mehr liefern.

Anstelle oder ergänzend zu den oben beschriebenen Luftschläuchen innerhalb des Rotorblatts können in der Grundkonstruktion des Rotorblatts Luftkanäle vorge sehen werden. Die Luftführung und damit bessere Verteilung der Warmluft kann dadurch auf einfache Weise erreicht werden.

Die Rotorblattheizung wird sinnvollerweise durch einen sogenannten Schne- und Eismelder gesteuert. Diese Melder registrieren die Außentemperatur und die Außen-Luftfeuchtigkeit und schalten die Warmluftversorgung nur dann ein, wenn Eisansatz droht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:  
Fig. 1 Rotorblatt mit erfindungsgemäßer Vorrichtung.

Fig. 2 einen Schnitt längs Linie A-A in Fig. 1.  
Gemäß Fig. 1 schaltet ein bekannter Schne- und Eismelder (E) bei Erreichen bestimmter Grenzwerte von

Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit die Einheit von Heizung (5), Absorber (12) und Lüfter (L) ein. Der angewärmte Luftstrom gelangt über die Öffnungen (2) im Flansch (1) in das Rotorblatt (3). Im Rotorblatt wird die Luft geführt durch die Schläuche (6b). Der Luftstrom kann dadurch besser im Rotorblatt verteilt werden. Außerdem wird insbesondere ein Luftstrom-Kurzschluß im vorderen Bereich des Rotorblatts vermieden.

Die Vorderkanten von Rotorblättern werden üblicherweise wegen der hohen mechanischen Belastung besonders dick ausgeführt. Gleichzeitig kühlen diese auf der Außenseite schneller ab. Dadurch tritt in diesem Bereich häufig besonders starker Eisansatz auf. Die Materialanhäufung führt in diesem Bereich zu einer thermischen Isolierung. Durch das Einlaminiieren von gut wärmeleitendem Material (11) (z. B. Kupfer- oder Aluminiumgewebe, oder -folien) kann die hereingeführte Warmluft auch diese kritischen Bereiche aufwärmen. Sofern das wärmeleitende Material elektrisch leitend ausgeführt wird kann es gleichzeitig als Blitzableiter verwendet werden.

Die Rotorblattspitzen (8) sind wegen der hohen Geschwindigkeiten besonders gefährdet. Eis anzusetzen. In der Rotorblattspitze wird sich aufgrund der Fliehkräfte die schwere kalte Luft ansammeln. Der angewärmte Luftstrom wird die Rotorblattspitze (8) besser erreichen, wenn die kalte Luft kontrolliert über die Öffnungen (9) entweichen kann. Zweckmäßigerverweise wird das wärmeleitende Material (11) zusätzlich bis in die Rotorblattspitze geführt. Damit werden auch die Öffnungen (9) eisfrei gehalten.

Zu den Schläuchen (6b) können ersetztweise oder zusätzlich in der Rotorblattkonstruktion Luftkanäle (13) durch geeignete Holme gebildet werden, die die angewärmte Luft im Rotorblatt zwangsläufig und gleichzeitig der geeigneten Versteifung der Flügel dienen. Auch die Rotorblattspitzen (8) können so erreicht werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Warmluftbeheizung von Rotorblättern, insbesondere bei Windenergieanlagen und zwar insbesondere zur Verhinderung und Be seitigung von Eisansatz dadurch gekennzeichnet, daß am Rotorblattflansch (1) ein oder mehrere Luftteintrittsstutzen (2) vorgesehen sind, in die die im System befindliche Luft außerhalb des Rotorblatts (3) beheizte Luft eingeblassen wird und andere Luftaustrittsöffnungen (4) durch die die Luft wieder austritt, um sie über den Lüfter (L) und Heizer (5) dem Rotorblatt (3) erneut zuzuführen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsschläuche zwischen Heizer und Luftertrittsstutzen (2) sowie zwischen Heizer (5) und Luftaustrittsöffnungen (4) als flexible Schläuche ausgebildet sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß an den (den) Luftertrittsstutzen (2) nach innen Luftsäume (6b) angebracht sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftsäume (6b) mit definierten Öffnungen (7) versehen sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an den Rotorblattspitzen (8) Öffnungen (9) vorgesehen sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die Rotorblattvorderkante (10) Wärmeleitstreifen (z. B. aus Aluminium) (11)

einlaminiert werden.

7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

dab die Warmluft vor der Einbringung in das Rotorblatt mittels Absorber (12) entfeuchtet wird.

8. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Rotorblatts Luft kanäle (13) eingelegt werden.

9. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung (5) durch eine elektronische Schaltung (E) gesteuert wird, die mit Sensoren zur Detektierung von drohender Vereisung verbunden ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

### Rotorblatttheorie

Fig. 1

